Lane Medical Library

AUS DER III. MEDIZINISCHEN UNIVERSITÄTSPOLIKLINIK UND DEM KAISER-WILHELM-INSTITUT FÜR ARBEITSPHYSIOLOGIE IN BERLIN

WIE VERHÄLT SICH BEI DEN „VEGETATIV STIGMATISIERTEN“ UND BASEDOWOIDEN DER ARBEITSUMSATZ ZUM GRUNDUMSATZ?

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

VON

SIGISMUND THADDEA

AUS EXIN

TAG DER PROMOTION: 21. 7. 30.

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1929

396

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin
Dekan: Herr Prof. Dr. ~~von Eicken~~ Friedrich.

Referent: Herr Prof. Dr. Goldscheider

Sonderabdruck aus der „Zeitschrift für klinische Medizin", Band 110, Heft 4/5

SEINEN LIEBEN ELTERN

ALS ZEICHEN

TIEFEMPFUNDENER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/wieverhaltsichbe0000sigi

In den vergangenen Jahren hat sich die klinische Forschungstätigkeit, geleitet von pathologisch-physiologischen, diagnostischen und therapeutischen Interessen, in steigendem Maße Respirationsversuchen zugewandt. Die erstaunliche, früher kaum geahnte Bedeutung der Gasstoffwechseluntersuchungen wird heutzutage von allen Physiologen und Klinikern anerkannt und geschätzt. Ebenso wie die Entdeckung der Röntgenstrahlen unter anderem auf dem Gebiete der Lungen-, Nieren-, Magen- und Darmpathologie bahnbrechend wirkte, so hat die Gasstoffwechseluntersuchung in der modernen Klinik für die Beurteilung wichtiger diagnostischer, prognostischer und therapeutischer Fragen eine entscheidende Rolle erlangt. Dank der Vertiefung und Verbesserung der Methodik der Gasstoffwechseluntersuchungen sind wir heute in der glücklichen Lage, in exakter Weise zahlenmäßig über den Zustand verschiedener Krankheiten ein nahezu sicheres Urteil abzugeben. Wir arbeiten heute mit dem Hauptmittel exakter Naturforschung, mit Zahlen.

Das klinische Interesse konzentrierte sich bei den Respirationsuntersuchungen vor allem auf die sog. Grundumsatzbestimmungen.

Der Grundumsatz (G.U.) gibt uns bekanntlich Aufschluß über den O_2-Verbrauch des Organismus im nüchternen Zustande und bei größtmöglichster Entspannung der Muskulatur. Diese wichtige Untersuchungsmethode ist zuerst durch *Rubner, Zuntz* und *Magnus-Levy*[1] in die Klinik eingeführt worden. Die beiden klassischen Erkrankungen der Schilddrüse, Basedow und Myxödem, gehen mit einer G.U.-Steigerung bzw. -senkung einher. Mit Hilfe der G.U.-Bestimmung ist es uns weiterhin möglich, eine Unterscheidung zu treffen zwischen dem Hyperthyreoidismus, bei dem der G.U. immer erhöht ist, und anderen Symptomen-

komplexen, die dieses Krankheitsbild vortäuschen können (gewöhnliche Struma, Struma mit Neurasthenie, vasomotorische Neurose). Auch die Fragestellung, ob ein Schilddrüsentumor mit oder ohne Hyperthyreoidismus vorliegt, kann heute mit Sicherheit beantwortet werden. Von praktischer Bedeutung ist die G.U.-Bestimmung ganz besonders in der Chirurgie für die Beurteilung der Grenzfälle des Morbus Basedow und hyperthyreotischer Zustände für die Abschätzung der Schwere dieser Zustände, für die Indikationsstellung bei therapeutischen Maßnahmen und für die Beurteilung des Erfolges solcher therapeutischer Maßnahmen.

Nach dem heutigen Stande der Forschung können wir jedenfalls feststellen, daß die endokrinen Erkrankungen, speziell die Krankheiten der Schilddrüse, die Hauptdomäne der G.U.-Bestimmung darstellen. Es sind allerdings noch weitere eingehende Untersuchungen notwendig, um alle Fragen, die den G.U. in der Endokrinologie und bei Erkrankungen anderer Organe betreffen, restlos aufzuklären.

Neben der einfachen Bestimmung des G.U. spielt heute in der praktischen Medizin die sog. spezifisch-dynamische Wirkung der Nahrungsstoffe von *Rubner*[2] (d. h. Gasstoffwechselsteigerung nach Nahrungsaufnahme) eine hervorragende Rolle. Mit dieser Frage, der man eine gewisse Bedeutung in der Beurteilung und Diagnostik endokriner Störungen nicht absprechen kann, haben sich die Autoren schon seit langer Zeit in zahlreichen Arbeiten beschäftigt.

Bereits im Jahre 1862 konnte *Lavoisier*[3] beim Menschen nach Nahrungsaufnahme eine Steigerung des O_2-Verbrauchs um etwa 30—40% gegenüber dem Nüchternzustand feststellen. Seitdem ist diese Tatsache in zahlreichen Veröffentlichungen bestätigt worden. Die spezifisch-dynamische Wirkung ist am höchsten für Eiweiß, niedriger für Kohlehydrate und für Fett kaum vorhanden. Die Kenntnis der spezifischen-dynamischen Wirkung hat eine gewisse Bedeutung in der Endokrinologie erlangt. Jedoch muß gesagt werden, daß zum Teil auch auf diesem Gebiet noch die Meinungen der Autoren auseinandergehen, so daß nur von weiteren Forschungen eine Lösung dieser Fragen erwartet werden darf.

Im Vergleich zur Nahrungsaufnahme verursacht die Muskelarbeit eine viel stärkere Gasstoffwechselsteigerung. Gaswechselverhältnisse bei körperlicher Arbeit des krankhaft veränderten Organismus sind noch relativ wenig bekannt. Dagegen gibt es bereits eine ansehnliche Reihe von Arbeiten über die Verhältnisse am normalen Organismus. *Lavoisier* und *Séguin*[3] konnten bereits in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts feststellen, daß die O_2-Aufnahme und gleichzeitig die CO_2-Ausscheidung durch Muskelarbeit gesteigert wurde.

In Deutschland verdanken wir *Atzler* und seinen Mitarbeitern[4] zahlreiche Beiträge aus dem Gebiete der Arbeitsphysiologie.

Die Frage der Beeinflussung des Gaswechsels durch Arbeitsleistungen bei Kranken hat bis vor kurzer Zeit im Schrifttum keine genügende Beachtung gefunden. Bei Patienten liegen bisher nur wenige Erfahrungen über den Energieverbrauch bei Muskelarbeit vor. Es liegt auf der Hand, daß zahlreiche Kranke, z. B. Fiebernde und Bettlägerige, gar nicht imstande sind, eine Muskelarbeit in irgendeiner Form auszuführen. Bei anderen Patienten müssen Arbeitsversuche unterbleiben,

weil die Kranken sich gegen derartige Untersuchungen sträuben oder weil solche Versuche oftmals mit Gefahren für die Kranken verbunden sein können. Im Schrifttum gibt es bereits über die Beziehungen des Arbeitsumsatzes zum G.U. eine Reihe von interessanten Untersuchungen. Darauf wollen wir zunächst eingehen.

Jaquet und *Svenson*[5] untersuchten im Jahre 1900 den Energieverbrauch bei Muskelarbeit an Adipösen. Die Autoren ließen 2 Fettsüchtige Treppen steigen und bestimmten dabei den Gasstoffwechsel. Der eine Patient zeigte einen ziemlich hohen Energieaufwand für das Meterkilogramm Steigarbeit. Dieses Ergebnis erlitt aber eine Trübung, weil dieser Kranke infolge einer Kreislaufstörung stark dyspnoisch war. Das Ergebnis kann daher, wie die Autoren auch selbst zugeben, keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erheben. Die 2. Versuchsperson in der genannten Arbeit wies einen etwa normalen Energieverbrauch für das Meterkilogramm auf. Aber auch dieses Ergebnis müssen wir absolut zurückweisen; denn der Vergleich beruht nicht auf einem Kontrollversuch mit einer gesunden Versuchsperson, sondern auf den Resultaten von Versuchen anderer Forscher, die eine *ähnliche* Steigarbeit am Gesunden untersucht hatten. Auch die Arbeitsversuche *Haussleiters*[23], die an 2 Fettsüchtigen vorgenommen wurden, können der Kritik nicht standhalten; denn der Verfasser verfiel in denselben Fehler wie *Jaquet* und *Svenson*, weil er den O_2-Verbrauch für 1 mkg nur mit dem Ergebnis von Versuchen anderer Autoren verglich, welche bei Gesunden eine *ähnliche* Arbeit untersucht hatten. Der Arbeitsversuch bestand bei dem einen Patienten darin, daß der Kranke im Anschluß an einen Ruhenüchternrespirationsversuch am *Gärtner*schen Drehergostaten in 13 Minuten 2200 mkg Arbeit leistete. Der 2. Patient mußte aus dem Liegen in gleichmäßig ruhiger Bewegung mit beiden Händen ein 10 kg schweres Gewicht aus dem Niveau seiner Lage bis zur vertikalen Streckstellung seiner beiden Arme heben. Im Augenblick der erreichten höchsten Hubhöhe nahm eine in der Nähe stehende Person ihm das Gewicht ab. Es wurden 220 Hübe ausgeführt. Die Resultate beider Versuche wurden mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen, die am normalen eine *ähnliche* Arbeitsleistung untersucht hatten. Das ist unzweifelhaft falsch; denn es leuchtet ein, wie z. B. auch *Gessler* hervorhebt[8], daß der Vergleich der Ergebnisse von Arbeitsversuchen an Fettsüchtigen mit *ähnlichen* Arbeitsversuchen am Gesunden hinkt. Erstens bedingt nämlich eine noch so kleine Änderung in der Art der Arbeit ganz beträchtliche Unterschiede in der Arbeitsökonomie und zweitens ist der Vergleich der Steigarbeit vom Gesunden und Adipösen nach dem Aufwand für das Meterkilogramm sehr stark anfechtbar, weil der Fettsüchtige, der das $1^1/_2$ bis 2fache Körpergewicht des Gesunden heben muß, beim Steigen einen erheblich größeren Kraftaufwand verwenden muß als der Gesunde.

Reach[6] fand an einem fettleibigen Knaben keine Änderung im O_2-Verbrauch bei Muskelarbeit.

Im Jahre 1920 berichteten *O. Maas* und *H. Zondek*[7] über den Arbeitsstoffwechsel an einem Fall von Dystrophia myotonica. Der G.U. zeigte niedrige Werte, während der O_2-Verbrauch während der Arbeit außerordentlich hoch war und etwa das Dreifache der Norm betrug. Die Arbeit wurde in Form von Horizontalmärschen oder in Form von Steigarbeit ausgeführt. Es zeigte sich, daß der Gesunde pro 1 kg Körpergewicht und Meter Weg für den Horizontalmarsch 0,13 ccm, für die Steigarbeit 1,35 ccm O_2 verbrauchte, während die entsprechenden Zahlen bei den Patienten 0,35 ccm bzw. 1,56—2,60 ccm betrugen. Die Verfasser führten diese Steigerung des O_2-Verbrauches bei Muskelarbeit auf die schnellere Ermüdbar-

keit bzw. unzweckmäßige Arbeitsweise der bei der Arbeit neben dem myotonischen mittätigen Hilfsmuskeln zurück.

Aus dem Jahre 1927 datiert eine Veröffentlichung von *Gessler*[8], der in seiner schönen Arbeit die Ökonomie der menschlichen Muskelarbeit bei Fettsucht untersuchte. Diese Arbeit des Verfassers zeichnet sich vor vielen anderen durch ihre exakte Versuchsanordnung und ihre exakten Resultate aus. Unterstreichen können wir nur die prinzipiellen Forderungen, die *Gessler* für die Ausführung der Methodik bei Arbeitsversuchen angewandt wissen will. Danach wäre für jeden Arbeitsversuch am Kranken zu fordern ein Kontrollversuch am Gesunden, eine genau dosierte, immer gleich bleibende Arbeit, ein bestimmter Arbeitsrhythmus, Berücksichtigung des Einflusses der Übung, Vermeidung der Ermüdung und möglichst noch Berücksichtigung der Arbeitsnachwirkung. Die Versuche wurden mit einem Apparat ausgeführt, der nach dem Prinzip des *Fick*schen Arbeitssammlers gebaut worden war. Auf einer drehbaren Winde lief ein Drahtseil, an dem mit Hilfe eines Flaschenzuges ein Gewicht vom Boden zur Decke gehoben wurde. Die jeweilige Belastung betrug 37,8 kg, alle 4 Sekunden erfolgte eine Bewegung des arbeitenden Armes, die in Beugung und Streckung bestand. Die Arbeit wurde einmal ohne, einmal mit Belastung des Flaschenzuges ausgeführt. Die Mehrarbeit bei Belastung betrug gegenüber der Arbeit ohne Belastung 200 mkg, pro Einzelbewegung etwa 1,2 mkg. Der Arbeitsversuch schloß sich unmittelbar an die Bestimmung zweier Ruheversuche von je 10 Minuten Dauer an und dauerte 12 Minuten. An den gesunden Versuchspersonen wurde nun die interessante Tatsache festgestellt, daß der Wirkungsgrad der Muskelarbeit in hohem Maße vom Alter abhängig ist. Junge Leute verbrauchten nämlich für die gleichen 200 mkg Hubarbeit viel mehr Energie als ältere, die Ökonomie der menschlichen Muskelarbeit nimmt vom 17. bis 44. Jahre um etwa 50% zu (*Gessler* und *Markert*[24]). Von Adipösen untersuchte der Verfasser 8 Kranke im Alter von 16—40 Jahren. Die Fettsucht war im wesentlichen endogen bedingt. Die Ergebnisse weisen sofort auf den großen Einfluß des Alters hin. Während z. B. eine 16jährige Kranke für die 200 mkg Hubarbeit 533 ccm O_2 verbrauchte, waren bei einer 40jährigen Patientin zur Bewältigung der gleichen Arbeit nur 345 ccm O_2 erforderlich, also eine Differenz von 35%. Als Endergebnis der Untersuchungen ergab sich, daß von 8 Fettsüchtigen 7 einen um etwa $^1/_5$ geringeren Energieverbrauch hatten als die Gesunden.

Eppinger[9] beschrieb im Jahre 1927 Arbeitsstoffwechselversuche an Herzkranken. Als Arbeitspensum wählte der Verfasser das Radfahren auf dem Fahrradergometer bzw. das Treppensteigen. Es zeigte sich, daß bei beiden Arbeitsformen viele Herzkranke zur Bewältigung einer physischen Arbeit mehr O_2 verbrauchten als entsprechende gesunde Kontrollpersonen*. Ein schwerer Diabetiker und ein kachektischer Mann mit Magencarcinom zeigten bei Arbeitsleistung normale O_2-Verbrauchswerte.

Den Nutzeffekt der Muskelmaschine für den myxödemkranken Organismus untersuchte als erster *Steyrer* (zitiert nach *Grafe*[10]) in einem 24 Stunden-Versuch, desgleichen *Grafe*[10] in einem kurzfristigen Versuche. Beide Arbeiten liefern nach *Grafe* Anhaltspunkte dafür, daß der Nutzeffekt bei der Muskelarbeit erhöht ist. Da experimentelle Untersuchungen an Tieren vollständig fehlen, so kann der geringe Calorienbedarf Myxödemkranker für die gleiche Muskelarbeit bis auf weiteres nicht als Beweis gelten.

---

* *Anmerkung bei der Korrektur:* Hingewiesen sei auf die Arbeit von *Herbst* (Dtsch. Arch. klin. Med. **162**, H. 5/6 [1928]), der an Herzkranken den Grund- und Arbeitsumsatz bestimmte.

Die Wirkung der Muskeltätigkeit auf den diabetischen Organismus ist im Jahre 1922 besonders eingehend von *Grafe* und *Salomon*[11] studiert worden. Die Versuche wurden mit Hilfe eines Bremsergometers durchgeführt, die eigentliche Arbeit dauerte 1 Stunde bei einer Arbeitsleistung von ungefähr 20—80 mkg pro Minute. Es zeigte sich, daß der Nutzeffekt der Arbeit außerordentlich gering war. Er wechselte zwischen 5,4 bis 17,5% gegenüber etwa 25% in der Norm (*Benedict* und *Cathcart*[12]). Diese Zahlen sind daher der beste Beweis für die zwar wechselnde, aber immerhin ziemlich deutlich ausgesprochene Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des diabetischen Organismus.

Lauter kommt in seiner Arbeit[13] zu dem Ergebnis, daß ein Fettsüchtiger auf Muskeltätigkeit mit dem gleichen oder höheren O_2-Verbrauch wie der Normale reagiert. Der Verfasser schließt das vor allem daraus, daß die Nachwirkung der Arbeit, die auf dem *Zuntz*schen Bremsergometer absolviert wurde, viel länger anhielt, als in entsprechenden Kontrollversuchen am Normalen.

Im Hinblick auf mein Thema sind von ganz besonderem Interesse Arbeitsversuche an „vegetativ Stigmatisierten" und Basedowoiden. Leider sind unsere Kenntnisse von der absoluten Größe der geleisteten Arbeit bei derartigen Erkrankungen zum Teil noch sehr dürftig, zum Teil besitzen wir vorläufig fast gar keine solche Kenntnisse. An Vermutungen über den Einfluß der Arbeit auf den Stoffwechsel hat es dagegen nicht gefehlt; denn schon im Jahre 1926 weist *Grafe*[14] in seiner bekannten Monographie darauf hin, daß der Nutzeffekt in diesen Fällen gegenüber der Norm wahrscheinlich zurückbleibt. Und *Biedl*[15] spricht die Vermutung aus, daß bei den Hyperthyreosen zur gleichen Arbeitsleistung mehr Calorien verbraucht werden, als beim Normalen.

Bevor wir auf die Arbeiten, die sich mit dem Arbeitsumsatz der „vegetativ Stigmatisierten" und Basedowoiden befassen, näher eingehen, wollen wir mit einigen kurzen Ausführungen das vegetative Nervensystem berühren, soweit es zum Verständnis notwendig ist. Heutzutage verstehen wir unter „vegetativ Stigmatisierten" Vagotoniker *und* Sympathikotoniker, d. h. Individuen, die sich durch eine abnorme Übererregbarkeit im parasympathischen Nervensystem auszeichnen, die eine „Disharmonie im vegetativen Nervensystem aufweisen" (*v. Bergmann*). Die Lehre von der Sympathikotonie und Vagotonie ist bekanntlich im Jahre 1910 von *Eppinger* und *Hess*[16] aufgestellt worden. Die Lehre in ihrer ursprünglichen Form ist auf Grund von Untersuchungen zahlreicher Autoren der letzten Jahre fallen gelassen worden. Mit Recht; denn durch die klassischen Untersuchungen von *v. Bergmann*[17] und seiner Schüler kann heute als feststehende Tatsache angesehen werden, daß es eine absolute Sympathikotonie oder eine absolute Parasympathikotonie einfach nicht gibt. Die Empfindlichkeit des vegetativen Nervensystems ist nach *v. Bergmann* zwar Änderungen unterworfen, aber diese Empfindlichkeit bezieht sich in gleichem Maße auf den Sympathicus wie auf den Parasympathicus.

Für derartige Kranke prägte *v. Bergmann* in treffender Weise den glücklichen Ausdruck „vegetativ Stigmatisierte“. Auf Grund dieser Ausführungen kann es also z. B. zwischen dem Morbus Basedow und dem Asthma bronchiale aus dem einfachen Grunde keinen prinzipiellen Unterschied geben, weil bei beiden Erkrankungen das vegetative Nervensystem „stigmatisiert“ ist. Auf die klinischen Prüfungsmittel, welche für die Feststellung des vegetativen Tonus angewandt werden (Pharmakodynamisches Verfahren von *Eppinger* und *Hess*, respiratorische Arythmie, Bulbusausdruck nach *Aschner*, Vagusdruckversuch nach *Tschermak*, Hockversuch nach *Erben*, die Symptome von *Jenny* und *Koranyi*, Adrenalinempfindlichkeit des Organismus) wollen wir mit Rücksicht auf unser Thema kritisch nicht näher eingehen. Die Genese der vegetativen Störungen ist trotz zahlreicher Arbeiten über dieses Gebiet noch immer ungeklärt.

Neuere Anschauungen über das sog. „vegetative System“ (*Fr. Kraus*[18], *S. G. Zondek*[19], *Dresel*[20], *Wollheim*[21] u. a.) besagen, daß vegetativer Nerv, elektrolytisches Milieu, Säure-Basengleichgewicht in der Zelle und um die Zelle herum, Zelllipoid, hormonales Gleichgewicht und gewisse autochthone Reize, die von den trophischen vegetativen Zentren des Mittelhirns ausgehen, als Funktionseinheit vom „vegetativen System“ nicht zu trennen sind. Im Sinne von *v. Bergmann*[17] rechnen wir u. a. folgende Erkrankungen zur Kategorie der „vegetativ Stigmatisierten“: Basedow, Basedowoide, Asthma bronchiale, Cardiospasmus, Colica mucosa, beim Herzen die sog. isolierten Herzneurosen, Ulcus ventriculi und duodeni, Erkrankungen der Gallenblase, die dyskinetische Form der Obstipation, spastische Obstipation, atonische Obstipation und psychische Obstipation durch Peristaltikhemmung, Obstipationsdiarrhöen, Claudicatio intermittens, Angina pectoris, essentielle Hypertonie u. a. Kehren wir nach dieser kurzen notwendigen Unterbrechung zu unserem Thema zurück, so ist bereits gesagt worden, daß im Schrifttum erst wenige Untersuchungen über den Arbeitsumsatz bei „vegetativ Stigmatisierten“ und Basedowoiden vorliegen.

Im Jahre 1923 berichteten *W. Boothby* und *I. Sandiford*[22] über Arbeitsstoffwechselversuche an mittelschweren Basedowkranken. Die Autoren untersuchten den Gasstoffwechsel bei allen Patienten während einer bestimmten Muskelarbeit, die im wesentlichen darin bestand, daß alle Versuchspersonen eine bestimmte Zeit mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf einer horizontalen Tretmühle laufen mußten. Als Resultat ergab sich, daß Basedowkranke bei der Arbeit in der Tretmühle pro 1 Horizontal kgm Arbeit annähernd doppelt so viel Nettogrammcalorien verbrauchten wie Schilddrüsengesunde. Während nämlich Normale einen Energieverbrauch von 1,09 cal. bis 1,43 cal. pro 1 Horizontal-mkg benötigten, verbrauchten die Basedowiker für die gleiche Arbeit 2,31 cal. bis 2,86 cal. Demnach war der Energieverbrauch bei den Kranken mit Hyperfunktion der Schilddrüse größer als bei schilddrüsengesunden Versuchspersonen.

Aus dem gleichen Jahre stammen ähnliche Untersuchungen von *Plummer* und *Boothby*[25]. Die Versuchsanordnung war in diesem Falle so gewählt, daß die Patienten (3 normale Menschen, 4 ziemlich schwächliche Patienten und 6 Basedowkranke) wiederum auf einer Tretmühle mit einer Geschwindigkeit von etwa 800 m pro Stunde gehen mußten. Bei den 3 normalen und 4 schwächlichen Personen fanden die Autoren im Durchschnitt einen Arbeitsumsatz von 1,18 cal. pro Horizontal-mkg, während die 6 Basedowkranken unter den gleichen Versuchsbedin-

gungen im Durchschnitt einen Arbeitsmehrverbrauch von 2,28 cal. pro Horizontal-mkg äußerer Arbeit zeigten. Interessant sind hierbei die Werte des einen Basedowikers. Vor der Operation verbrauchte dieser Patient, dessen Grundumsatz um + 51% gesteigert war, zu der Ausführung der eben geschilderten Arbeit 2,16—2,04—2,07 cal. 6 Tage nach der Operation ging der G.U. bis auf + 25% herunter und der Arbeitsmehrverbrauch pro 1 Horizontal-mkg betrug ebenfalls nur noch 1,72 und 1,75 cal. Nach *Boothby* und *Sandiford* sowie *Plummer* und *Boothby* ist also beim „Exophthalmic goiter" des Menschen der Nutzeffekt der Muskelmaschine auf die Hälfte reduziert, d. h. der Calorienbedarf für die Leistungen einer gegebenen Arbeit ist doppelt so groß wie beim Gesunden. Wie *A. Biedl*[15] mit Recht darauf aufmerksam macht, dürfen wir diese Ergebnisse der amerikanischen Forscher nicht so ohne weiteres hinnehmen. Im Gegenteil, wir müssen hier sachlich und streng Kritik üben. Ob die Muskelmaschine des Basedowkranken schlechter arbeitet, wie aus den oben genannten amerikanischen Arbeiten hervorgeht, das ist noch die Frage; denn erstens dürfte noch zu beweisen sein, ob ein Basedowpatient, der auf der Tretmühle arbeitend zur Bewältigung einer gleichen Marscharbeit doppelt so viel Energie verbraucht wie der normale, ich sage, ob er auch wirklich die *gleiche* Arbeit leistet. Die Fußarbeit kann man wohl zahlenmäßig bei dem Kranken feststellen; wie steht es aber mit der gleichzeitigen Arbeitsleistung so vieler anderer Muskeln, die zahlenmäßig nicht erfaßt werden kann? Nehmen doch Basedowkranke, um eine bestimmte Arbeit auszuführen, zahlreiche, unnütze Hilfsmuskeln in Anspruch. Die Erfahrung lehrt zweitens zur Genüge, daß Basedowkranke zur motorischen Unruhe neigen. Naturgemäß muß die Aufforderung zu einer bestimmten Arbeitsform die Unruhe und somit den Gaswechsel in die Höhe treiben. Das Training und die Ermüdung sind weitere wichtige Faktoren, die uns die Tatsache des gesteigerten Calorienverbrauchs verständlich machen werden.

Im Jahre 1926 machte dann *Eppinger*[26] in einer Aussprache darauf aufmerksam, daß Basedowkranke als Arbeitsmaschine unökonomisch arbeiten. Als Beispiel führte er einen Basedowpatienten an, der beim Treppensteigen 6160 ccm O_2 und hinterher noch ein Plus von 4374 ccm verbrauchte. Ein Gesunder benötigte dagegen bei der gleichen Arbeitsleistung 2250 bzw. 804 ccm O_2.

Aus dem Jahre 1925 stammen Untersuchungen von *Curtis*[27], der den respiratorischen Stoffwechsel bei Arbeit in seiner Beziehung zu den endokrinen Drüsen an Ratten eingehend prüfte. Er ging dabei so zu Werke, daß er den Arbeitsstoffwechsel von gesunden Tieren mit einem von *Asher* konstruierten Apparat untersuchte. Die Arbeitsleistung bestand im Laufen in einer rotierenden Trommel. Zunächst wartete jedoch der Verfasser, bis sich die Ratten an die Lauftrommel gewöhnt hatten, und bestimmte darauf ihren G.U. Im Anschluß daran wurde mit den Ratten das Laufen in der rotierenden Trommel geübt. Auf Grund dieser Laufversuche wurde festgestellt, daß bei der erwachsenen männlichen Ratte während einer nahezu gleichmäßigen Laufarbeit der O_2-Verbrauch um 64%, die CO_2-Ausscheidung um 81% gegenüber dem Ruhewert gesteigert war. Aus der Tatsache des gesteigerten R.Q. schloß Verfasser, daß zum größten Teil die zur Arbeitsleistung erforderliche Energie letzten Endes den Kohlehydraten zu verdanken ist.

Im Anschluß an diese Untersuchungen prüfte der gleiche Autor[28] in einen anderen Arbeit den Einfluß von Schilddrüsenfütterung auf den Gaswechsel vor Ratten während einer Arbeitsleistung. 2 Ratten wurden mit Schilddrüsenpräparaten gefüttert und mußten darauf die gleiche Arbeit wie schilddrüsenlosgefütterte Ratten leisten. Es ergab sich hierbei, daß der Gaswechsel bei Laufarbeit gegenüber den normalgefütterten Kontrollratten um mehr als 50% erhöht war. Der

Verfasser zog daher den Schluß, daß unter dem Einfluß von Schilddrüsenfütterung eine Arbeit weniger ökonomisch als im normalen Zustande geleistet wird. Außerdem ergaben die Untersuchungen eine Steigerung der Kohlehydratverbrennung bei Zufuhr von Schilddrüsenpräparaten.

Aus dem Jahre 1925 stammt von *Glose*[29] eine Arbeit, der in 21 Versuchen an 19 Patienten den O_2-Verbrauch bei Muskelarbeit untersuchte. Er bediente sich dabei des von ihm und *Grund*[30] modifizierten *Krogh*schen Respirationsapparates. Die Versuchsanordnung beruhte im wesentlichen darauf, daß 2 Ruheversuche von je 15 Minuten Dauer und im Anschluß daran ein Bewegungsversuch gemacht wurde. Die eigentlichen Bewegungen, auf Kommando ausgeführt, bestanden darin, daß der jeweilige Patient, der eine bequeme Horizontallage auf dem Experimentierbett einnahm, das eine Bein 50 bzw. 90mal in 50 cm Höhe heben und wieder senken mußte. Die O_2-Verbrauchswerte bei Bewegung drückte der Verfasser prozentual zum Basalumsatz aus. Allerdings erfolgte keine Berechnung der Leistungen in Meterkilogramm, da der Autor nicht den absoluten O_2-Verbrauch, sondern nur die Relation vom Arbeits- gegenüber dem Ruhe-O_2-Verbrauch zum Gegenstand seiner Untersuchungen machte. Aus diesem Grunde wurde auch von einer Bestimmung des Beingewichtes der einzelnen Versuchspersonen Abstand genommen, weil der Verfasser auf dem Standpunkt steht, daß die Erhebung des einen Beines für jeden Menschen relativ zu seiner Gesamtkörperkraft etwa die gleiche Kraftleistung erfordert. Im Rahmen meines Themas sind für mich von erhöhtem Interesse die Resultate, die *Glose* an 5 Fällen von Basedowoiden durch Vergleich mit Normalwerten von Gesunden gewinnen konnte. Er fand nämlich den Basalwert bei diesen Kranken um 11,6—74,1% erhöht, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß bei dem Fall mit der höchsten Steigerung eine starke Muskelunruhe vorhanden war. Die Erhöhung in der Arbeitsperiode lag im Rahmen der Normalfälle. Im Durchschnitt betrug die Erhöhung während der Arbeitsleistung bei den Fällen mit Hyperthyreose 102,25%, bei den entsprechenden Normalfällen 92,9%, also im Verhältnis zu der Streuungsbreite der Versuche eine unbeträchtliche Differenz. Ja bei dem einen Fall von Hyperthyreose, der nur 50 Beinbewegungen ausführte, blieb die Erhöhung in der Arbeitsperiode mit 46% sogar hinter der entsprechenden Erhöhung der Normalversuche zurück. *Glose* kommt auf Grund dieser Ergebnisse schließlich zu dem Resultat, „daß der Nutzeffekt der Arbeit bei den Hyperthyreosen in der Tat etwas schwächer erschien als bei den Normalfällen, daß aber der Unterschied nicht erheblich ist und die Grenzen der Fehlerquellen nicht sicher überschritten sind.“ Kritisch wäre an *Gloses* Arbeit auszusetzen, daß der Einfluß der Übung auf den Arbeitsumsatz nicht gebührend berücksichtigt worden ist; denn eine 1—3malige Untersuchung des Arbeitsumsatzes gibt auf keinen Fall exakte Werte (Literatur siehe weiter unten). Auch die Berechnung des Energieverbrauches während der Arbeit prozentual zum Basalumsatz ist nicht einwandfrei; denn die Bestimmung der absoluten Steigerung des O_2-Verbrauches während der Arbeitsleistung dürfte sicherlich andere Werte ergeben. Außer diesen Basedowoiden untersuchte *Glose* den Arbeitsumsatz noch bei 2 Strumafällen, wo die Werte (138,5% und 129,7%) ebenfalls höher lagen, als bei den entsprechenden Normalfällen (im Durchschnitt 83,6%). Auch bei Fällen mit Kyphose, bei Kretinoiden, Cholecystitis, Adipositas, Arthritis urica und Hypothyreosis wurde der Arbeitsumsatz festgestellt, eine Besprechung dieser Fälle versagen wir uns mit Rücksicht auf unser Thema.

Kisch[31] berichtet im Jahre 1926 über den Arbeitsstoffwechsel eines Basedowkranken; der Verfasser wählte als Arbeitsart „Steigen auf Stiegen“, weil hierzu kein besonderes Training erforderlich ist. Die Bestimmung des Gaswechsels er-

folgte durch eine besondere Apparatur. Die Untersuchungen wurden an je einem Gesunden und Basedowkranken vorgenommen. Das Ergebnis der Untersuchung war, daß der Basedowkranke viel unökonomischer arbeitete als die gesunde Versuchsperson. Zur Bewältigung einer Arbeit von 100 kg/m benötigte der Gesunde 268 ccm, der Basedowiker dagegen 539,2 ccm, oder mit anderen Worten, der Basedowkranke braucht zur Bewältigung einer Arbeit von 100 kg/m etwa doppelt so viel O_2 wie ein Gesunder.

Im Jahre 1927 berichtete *Eppinger*[9] in seiner bekannten Monographie über den Arbeits-O_2-Verbrauch eines Basedowkranken. Während eine Normalperson für eine Leistung von 100 kg/m äußerer Arbeit 268 ccm O_2 verbrauchte, war für die gleiche Arbeitsleistung bei einem Basedowiker der exorbitant hohe Wert von 539 ccm O_2 erforderlich.

In jüngster Zeit berichteten *Bernhardt* und *Schlesener*[32] über Arbeitsversuche an Schilddrüsenkranken. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe des *Zuntz-Geppert*schen Apparates an normalen und nicht schilddrüsenkranken Personen, an Basedowoiden, an Basedow- und Myxödemkranken durchgeführt. Die Form der Arbeitsleistung bestand aus 2 verschiedenen Übungen, die mit den Beinen jeweils ausgeführt werden mußten. Diese Arbeitsform wurde deshalb gewählt, weil nach Ansicht der Verfasser durch Bewegungen der Arme eine ruhige und regelmäßige Atemtätigkeit nicht erzielt werden kann und daher Fehlerquellen entstehen können. Die erste Übung bestand darin, daß die Versuchspersonen, welche die Rückenlage einnahmen, das eine Bein $^1/_2$ m in die Höhe hoben, es im Knie beugten, es wieder streckten und in die Ruhelage zurückführten. Diese Übung wurde 12mal in der Minute ausgeführt, und zwar abwechselnd mit jedem Bein 3mal hintereinander. Diese Übungsart hat einen großen Nachteil, wie die Verfasser auch selbst zugeben; es leuchtet ein, daß sie mit verschiedener Muskelkraft und infolgedessen mit verschiedenem Energieverbrauch ausgeführt werden kann. Die Verfasser entschlossen sich daher, eine zweite Übung von den Versuchspersonen ausführen zu lassen. Am Fußende des Bettes wurden 2 gut geölte Rollen befestigt. An jedem Fuß des Patienten wurde mit Hilfe einer über den Knöchel anliegenden Manschette eine Schnur angebracht, die über die Rollen lief und mit je 2 kg Gewicht belastet war. Die eigentliche Übung bestand nun darin, daß die Versuchspersonen abwechselnd das eine Bein bis zu einer Marke anziehen mußten, so daß das Gewicht um 50 cm gehoben wurde. Diese Übung wurde 16mal in der Minute ausgeführt. Durch diese Arbeitsform sollte vor allem ein annähernd gleichbleibender Muskeltonus erzielt werden. Von einer Arbeitsberechnung für 1 kg/m wurde abgesehen, weil es den Autoren weniger auf die Belastung als auf einen möglichst gleichbleibenden Muskeltonus ankam. Was nun die Ergebnisse anlangt, so fanden die Verfasser bei der ersten Übung für den Arbeitsmehrverbrauch gesunder Menschen pro 1 kg Körpergewicht Werte, die im Mittel 28,44 cal. betrugen. Die leichten und mittelschweren Basedowkranken zeigten gesteigerte Werte, im Mittel 39,48 cal. Interessant ist das Verhalten des Grund- und Arbeitsumsatzes einer Basedowpatientin während der Behandlung, ging doch der Grundumsatz von + 55,63% Benedict auf + 10,47% herunter und gleichzeitig sank auch der O_2-Mehrverbrauch bei der Arbeitsleistung von 65,09 cal. auf 47,38 cal. ab. Die Myxödemkranken hatten einen niedrigen O_2-Mehrverbrauch während der gleichen Arbeit (15,31 cal. und 19,43 cal.), der erheblich hinter dem der Gesunden zurückblieb. Bei der zweiten Übung bekamen die Verfasser ähnliche Endergebnisse. Während hier der O_2-Mehrverbrauch bei den Gesunden pro 1 kg Körpergewicht im Mittel 24,33 cal. betrug, zeigten die leichten und mittelschweren Basedowkranken im Sinne einer Steigerung des O_2-Mehrverbrauchs Mittelwerte von 29,93 cal., die schweren Basedowiker Mittelwerte von 42,20 cal. für die gleiche Arbeit. Es zeigte sich also,

daß bei den leichten Basedowpatienten (Basedowoiden) der Arbeitsumsatz gegenüber den Normalfällen deutlich erhöht war. Was den R. Q. bei Basedowoiden und Basedowikern betrifft, so beobachten die Verfasser während der Arbeitsperiode ein zum Teil beträchtliches Ansteigen (bei der 1. Übung im Mittel + 0,118, bei der 2. Übung im Mittel + 0,050). Beim Normalen fehlte diese Steigerung. Ja manchmal erfolgte ein Absinken des R. Q. Ob die erhaltenen Werte in der vorliegenden Arbeit konstante Werte sind, können wir nicht beurteilen. Nach der Angabe der Autoren sind die Patienten in Vorversuchen an die Methodik gewöhnt worden. Wie lange jedoch diese Vorversuche ausgedehnt wurden, erfahren wir nicht.

Zusammenfassend kann also auf Grund der in der Literatur* mitgeteilten Untersuchungen über den Einfluß des Arbeitsumsatzes zum G.U. bei „vegetativ Stigmatisierten“ und Basedowoiden gesagt werden, daß Basedowkranke während einer körperlichen Arbeit eine beträchtliche Steigerung des O_2-Verbrauches, Basedowoide eine ebenfalls höhere O_2-Steigerung aufweisen als Gesunde. Von einer absoluten Klärung dieser Frage kann jedoch noch nicht die Rede sein, da noch relativ zu wenig Untersuchungen vorliegen, andererseits die verschiedenen Berechnungsarten keine brauchbaren Vergleichswerte darstellen. Die Differenzen in den von verschiedenen Autoren herrührenden Untersuchungsergebnissen sind vor allem durch die Verschiedenheit der Methodik bedingt. Ich zweifle jedoch nicht, daß weitere gründliche Arbeit hier Aufklärung und Fortschritt bringen wird.

Eigene Untersuchungen.

Methodik.

Die Versuche, über die ich jetzt berichten werde, wurden an poliklinischen Patienten der 3. Medizinischen Universitätspoliklinik ausgeführt. Zur Untersuchung wurden nur solche Fälle herangezogen, bei denen die klinische Diagnose absolut sicher gestellt war. Die Versuche wurden stets in den frühen Morgenstunden im Nüchternzustand, d. h. 12—14 Stunden nach der letzten Mahlzeit vorgenommen. Der Versuchsverlauf gestaltete sich folgendermaßen: Zunächst wurden die Patienten in liegender Stellung auf dem Ruhebett bequem gelagert. Hier auf dem Ruhesofa mußten die Kranken mindestens $^1/_2$ Stunde ruhen und jede Muskelbewegung und Muskelspannung tunlichst vermeiden. Bekanntlich wird der Calorienbedarf durch Muskelarbeit gesteigert. Ich erinnere nur an die Arbeiten von *Speck*[33], der fand, daß 2—3maliges Heben des Armes in der Minute über den Kopf den Gaswechsel um 10% erhöht und von *Winternitz*[34], der zeigen konnte, daß Fingerübungen, wie beim Klavierspiel, bei ruhigem Arm- und Handgelenk eine Steigerung des Gaswechsels um 12,5% bedingen. Es sei bemerkt, daß

---

* *Anmerkung bei der Korrektur:* Vergleiche auch die Arbeit von *K. Lange* (Z. klin. Med. **110**, H. 1 [1929]), der bei 11 vegetativ Stigmatisierten und 10 Basedowoiden einen normalen Arbeitsumsatz fand. Weiter untersuchten *Herxheimer* und *Kost* (Z. klin. Med. **110**, H. 1 [1929]) an 11 Basedowkranken den Arbeitssauerstoffverbrauch und jüngst erschien eine Arbeit von *Bansi* (Dtsch. med. Wschr. **1929**, Nr 9, 347), der den Arbeitsstoffwechsel bei Basedowkranken in unökonomischster Weise gesteigert fand.

bei sämtlichen Versuchspersonen eine stärkere körperliche Betätigung (Treppensteigen) vor der Untersuchung nicht in Frage kam. Nach Ablauf der 30 Minuten lang dauernden Vorperiode wurde der G.U. regelrecht bestimmt, und zwar nach dem Vorschlag von *Benedict*[35] in liegender Stellung. Zur Untersuchung des respiratorischen Gaswechsels benutzte ich die Douglassche Sackmethode. Die *Douglas*sche Sackmethode[36] ist in Deutschland leider wenig bekannt, obwohl sie sehr einfach ist und gegenüber anderen Methoden mancherlei Vorteile aufweist. Besonders hat sich die Anwendung dieses Sackes wegen der leichten Transportmöglichkeit am Krankenbett außerordentlich gut bewährt. Um ein ruhiges, gleichmäßiges Atmen zu erzielen, ließ ich die Exspirationsluft der Kranken erst nach 3 Minuten durch Öffnen des Dreiwegehahnes in den Sack einströmen. Die Patienten mußten 10 Minuten in den Sack hineinatmen. Der 1. Tag wurde in der Regel dazu benutzt, um die Patienten an das Ventilatmen zu gewöhnen und einzuüben. An den Ruheversuch schloß sich der Arbeitsversuch an. Als Arbeit wählte ich das Fahren auf dem Kroghschen Fahrradergometer. *Krogh*[37] hat die ursprüngliche Form des Fahrradergometers[38] mit elektrischer Bremse später erheblich verbessert, so daß tatsächlich heutzutage das Kroghsche Ergometer fast allen Ansprüchen genügt. Die Vorteile des Apparates beruhen vor allem in der absolut sicheren, direkten Dosierung der geleisteten Arbeit. Mit Absicht wählte ich daher das Radfahren, weil es sich in hervorragender Weise zur Durchführung von Arbeitsversuchen eignet. *G. Lehmann*[39] äußert sich z. B. hierüber folgendermaßen: „Das Radfahren stellt zweifellos eine der ökonomischsten, menschlichen Muskelleistungen dar, da sich der Körper doppelt unterstützt in labilem Gleichgewicht befindet und da durch die Muskelarbeit nur die arbeitenden Beine bewegt werden. Es wird also von der geleisteten mechanischen Arbeit relativ wenig zur Körperbewegung verbraucht und relativ viel als äußere Arbeit realisiert. Wir dürfen daher annehmen, in dem beim Radfahren gefundenen Wirkungsgrad den maximalen Wirkungsgrad menschlicher Muskelarbeit überhaupt vor uns zu haben.“

Um exakt vergleichbare Werte zu erhalten, ließ ich die Patienten immer mit der gleichen Belastung der Wagschale des Fahrradergometers (2 kg) arbeiten. Auf diese Weise gelang es, die Arbeitsleistung am Apparat genau zu dosieren und für alle Versuchspersonen gleich groß zu machen. Um eine annähernd gleichmäßige Fahrgeschwindigkeit zu erzielen, wurde den Patienten das Arbeitstempo durch ein Metronom vorgeschrieben, so daß die Kranken ein annähernd konstantes Arbeitstempo einhielten. Die in der Versuchszeit durchfahrene Strecke wurde an dem Stand des Tourenzählers ermittelt. Die Arbeitsgröße war in meinen Versuchen konstant und betrug in den einzelnen Versuchsgruppen rund 800 mkg; die dauernd nahezu konstante Arbeitsgröße wurde durch die stets gleichmäßige Arbeitsbelastung der Wagschale des Ergometers und durch die gleichmäßige Arbeitsgeschwindigkeit gewährleistet. Die Arbeitszeit betrug bei den einzelnen Arbeitsversuchen 2 Minuten, doch wurden auch Kontrolluntersuchungen von 3 Minuten Dauer eingeschaltet. Die Kontrollversuche zeigten, daß das Resultat das gleiche war wie bei der gewöhnlichen Versuchsdauer. Die Zeit wurde bei den Ruhe- und Arbeitsversuchen mit der Stoppuhr gemessen. Um eine gute Grundlage für den Vergleich von Gesunden und Patienten zu schaffen, wurde ein völlig Gesunder und in jeder Hinsicht normaler Reichswehrsoldat als Kontrollperson unter den gleichen Arbeitsbedingungen untersucht. Mit Absicht wählte ich das kurze Arbeitspensum von 2 Minuten Dauer für die Arbeitsversuche, um eine Beeinflussung der Versuchsresultate durch Ermüdungserscheinungen ausschließen zu können. Der Einfluß der Ermüdung kann deshalb bei meinen Untersuchungen nicht in Betracht kommen; denn die Patienten waren an körperliche

Arbeit gewöhnt und verspürten schon bei den ersten Übungsversuchen keinerlei Ermüdung. Besonders wurde den Kranken eingeschärft, stets nur mit gewöhnlicher Kraft und ohne besondere Anstrengung zu fahren, da erfahrungsgemäß die Ermüdung den Arbeitsumsatz im Sinne einer Steigerung des Gaswechsels stark beeinflußt. Schon *A. Löwy*[40] konnte bekanntlich mit seinen Versuchen am Ergostaten nachweisen, daß eine außerordentliche Anstrengung eine starke Erhöhung des Energieverbrauches bedingt. Erschöpfend behandelt wurde der Einfluß der Ermüdung auf den Energieverbrauch bei Arbeit zuerst von *Fr. Kraus*[41] und später von *Durig*[42] in seinem bekannten Werke. Unbeabsichtigte Zwischenbewegungen, wie das Hin- und Herbewegen des Rumpfes oder Kopfes, wurden bei meinen Patienten tunlichst vermieden. Die Mitbewegungen, die bei jeder Arbeit unvermeidlich sind, zeigten nur bei der Basedowpatientin nennenswerte Unterschiede von der Kontrollperson.

Die Bedeutung der Übung für den Energieverbrauch bei der Muskelarbeit war mir wohl bekannt. Bekanntlich wird der Energieverbrauch für eine bestimmte Arbeit im Anfang durch die Komponente der Übung stark beeinflußt. Die Übung bewirkt, wie Untersuchungen von *Atzler* und seiner Mitarbeiter[4a] mit großer Deutlichkeit zeigen und beweisen, eine Herabsetzung des Energieverbrauches für eine bestimmte Arbeit. Oder mit anderen Worten ausgedrückt, das Optimum einer Arbeitsleistung ist in hohem Grade abhängig von dem Faktor der Übung. In der Regel dauert es immerhin 10—14 Tage, bis eine einfache Arbeit bei maximaler Übung ausgeführt wird. Befindet sich die Versuchsperson im maximalen Trainingszustande, so sinkt der Energieumsatz auf einen konstanten Minimalwert herab, der um etwa 35% niedriger liegt[43] als der gefundene Wert zu Beginn der Übung. Diese feststehende Tatsache mußte ich daher auch meinen Versuchen zugrunde legen. Ich konnte mich deshalb nicht mit einer einmaligen Bestimmung des Arbeitsumsatzes bei den Versuchspersonen begnügen, sondern mußte, um genaue Werte zu erhalten, wiederholte Untersuchungen an jedem einzelnen Patienten vornehmen. Aus diesem Grunde beschränkte ich mich auch auf eine kleine Anzahl von Versuchspersonen. Die Arbeitsversuche erstreckten sich daher auf mehrere Tage, bis ein bereits vollständiger oder doch nahezu vollständiger Übungszustand zu erwarten war. Ohne Zweifel verdient daher diese Untersuchungsmethode, von rein wissenschaftlichem Standpunkt betrachtet, wegen ihrer sehr exakten Werte den Vorzug vor denjenigen Untersuchungen des Arbeitsumsatzes, die sich auf eine einmalige Untersuchung beschränken. Bei jeder Arbeitsleistung hat man auf Grund folgender Überlegung 3 Phasen zu unterscheiden. Zu Beginn der betreffenden Arbeit steigt der Energieverbrauch allmählich an, erreicht dann ein konstantes Niveau, um am Ende der Arbeitsleistung wieder allmählich bis zum Ruhewert zurückzukehren. Meine Versuchsanordnung bestand daher im wesentlichen darin, daß ich die Patienten erst 2 Minuten auf dem Fahrrade arbeiten ließ, und dann erst die Ausatmungsluft durch entsprechende Drehung des Dreiwegehahnes in den Douglas-Sack einströmen ließ und gleichzeitig den Stand des Tourenzählers mir notierte. Erfahrungsgemäß genügt ein Zeitraum von 2 Minuten, um das Maximum des Energieverbrauches beim Radfahren zu erreichen. Länger als 2 Minuten dehnte ich mit Absicht die Arbeitsvorperiode nicht aus, um die Patienten vor Anstrengungen zu schonen, den Einfluß der Ermüdung auszuschalten und die etwa beginnende Arbeitsdyspnöe berücksichtigen zu können. Nach Beendigung jedes Grund- und Arbeitsversuches wurde die Gasmenge des Sackinhaltes an einer geeichten Gasuhr quantitativ gemessen. Vorher wurde eine kleine Luftprobe (0,25 l) in einem Quecksilberrezipienten aufgefangen, um auch qualitativ die Exspirationsluft auf ihren Gehalt an O_2 und CO_2 mittels des Haldane-Apparates genau zu analysieren. Dieser Apparat bietet die

Möglichkeit, den O_2 und die CO_2 in einfacher Weise quantitativ zu bestimmen und ebenso die Dynamik des R.Q. zu verfolgen. Auf die spezielle Technik und den Gang der Haldaneschen Gasanalyse[44] will ich hier nicht näher eingehen; alle technischen Einzelheiten findet man in dem ausgezeichneten Handbuch der Arbeitsphysiologie von *Atzler*[45] und in dem kleinen Büchlein von *Klein* und *Steuber*[46]. Die Douglas-Haldanesche Methode verdiente meiner Meinung nach viel mehr Beachtung, weil sie erfahrungsgemäß sehr genaue Resultate ergibt. Die Fehlerbreite läßt sich nämlich auf 0,05% herabdrücken. Allerdings hat sie den Nachteil, daß man nebenher die Atemvolumina und Atemfrequenz nicht messen kann. Die in dem betreffenden Quecksilberrezipienten gleichmäßig aufgefangene Exspirationsluft des Ruhe- und Arbeitsumsatzes wurde meist sofort im Anschluß an den Versuch, zum mindesten aber noch am gleichen Tage mit dem Haldane-Analysenapparat eigenhändig analysiert. Die Differenz der Doppelanalysen überschritt in der Regel nicht 0,02%, als Grenze der erlaubten Abweichung wurde 0,05% angesehen. Betrug also die Differenz der gefundenen Werte mehr als 0,05%, so wurde sofort eine 3. Analyse angeschlossen. Die bei der Gasanalyse gefundenen Prozentzahlen für O_2 und CO_2 wurden nach dem üblichen Schema logarithmisch errechnet, während wir zur Calorienberechnung des G.U. und Arbeitsumsatzes und zur Bestimmung des R.Q. die wirklich ausgezeichnete, viel Zeit sparende und doch genaue nomographische Tafel zur Berechnung des Stoffumsatzes aus den Versuchsdaten der Douglasschen Sackmethode von Dr. med. *B. Kommerell*[47] benutzten. Die Berechnung des Arbeitsumsatzes und Grundumsatzes erfolgte also nach Calorien. Den Calorienverbrauch während der Arbeit fand ich durch Subtraktion der Werte aus dem Ruhestoffwechsel im Liegen. Die Division des absoluten Arbeitsumsatzes durch die Anzahl der Meterkilogramme ergab den Calorienverbrauch pro 1 mkg. Für die Berechnung des „Sollwertes" des Grundumsatzes benutzte ich die empirische Tabelle von *Benedict* und *Harris*[48], in denen bei Berechnung des Calorienwertes Gewicht, Größe, Alter und Geschlecht der Versuchsperson berücksichtigt sind. In einem Falle mußte ich, weil es sich um einen 18jährigen Patienten handelte, zur Berechnung des „Sollwertes" die Benedictsche Formel $h = 66{,}473,\ 13{,}752\,w,\ 5{,}003\,s,\ 6{,}755\,a$ anwenden, wobei h die gesamte Wärmebildung in 24 Stunden, w das Gewicht in Kilogramm, s Größe in Zentimetern und a das Alter in Jahren bedeutet. Im übrigen beziehen sich alle Angaben über den Calorienverbrauch des Grundumsatzes auf die Zeitdauer von 1 Minute.

Ergebnis.

Auf die eben beschriebene Weise wurden 5 Patienten und eine gesunde Kontrollperson in 85 Einzelversuchen untersucht. Die normale Versuchsperson, ein absolut gesunder Reichswehrsoldat, wurde der Kontrolle und des Vergleiches halber mit in den Bereich der Untersuchungen gezogen. Bei den 5 Patienten handelte es sich klinisch um Patientinnen mit Asthma bronchiale, Ulcus ventriculi, Basedow, Ulcus duodeni und um einen Basedowoiden. Nachstehend gebe ich von jeder einzelnen Versuchsperson in aller Kürze die Resultate wieder. Der Übersicht halber wurden in einer besonderen Tabelle (7) die Endergebnisse des Arbeitsumsatzes aller untersuchten Fälle zusammengestellt.

Tabelle 1.

Herr S. Klinische Diagnose: Gesunde Kontrollperson.
Alter: 23, 25 Jahre. Größe: 1,58 m. Gewicht: Im Durchschnitt 62 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des A.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	1155	1075	+ 7,44	0,798	0,730	11,72	
2.	1162	1078	+ 7,79	0,848	0,768	11,54	Die Versuchsperson zeigte während der G.U.-Bestimmung eine starke motorische Unruhe
3.	1190	1079	+ 10,28	0,740	0,756	11,80	
4.	1243	1074	+ 15,73	0,860	0,728	10,24	
5.	1160	1074	+ 8,10	0,880	0,710	9,84	
6.	1130	1070	+ 5,60	0,796	0,700	9,73	
7.	1072	1070	+ 0,18	0,859	0,731	9,68	Arbeit mit bes. Kraftanstrengung
8.	1088	1075	+ 1,20	0,794	0,730	10,94	
9.	1058	1079	— 1,94	0,955	0,780	9,57	
10.	1165	1079	+ 7,97	0,920	0,790	9,44	
11.	1100	1079	+ 1,94	0,840	0,790	9,35	
12.	1165	1079	+ 7,97	0,783	0,712	9,11	
13.	1072	1079	— 0,64	0,850	0,800	9,11	

Tabelle 2.

Frau P. Klinische Diagnose: Ulcus duodeni.
Alter: 48 Jahre. Größe: 1,73 m. Gewicht: Durchschnittlich 54 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des A.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	879	883	— 0,45	0,745	0,751	13,00	
2.	900	882	+ 2,04	0,712	0,728	12,79	
3.	935	883	+ 5,88	0,718	0,728	12,57	
4.	955	881	+ 8,39	0,700	0,730	12,22	
5.	848	880	— 3,63	0,738	0,750	11,84	
6.	860	884	— 2,71	0,780	0,790	11,76	
7.	800	883	— 9,39	0,710	0,720	11,50	
8.	888	884	+ 0,45	0,719	0,720	11,50	
9.	845	886	— 4,62	0,690	0,710	11,19	
10.	835	881	— 5,22	0,690	0,764	11,06	
11.	890	887	+ 0,33	0,688	0,665	10,66	
12.	858	887	— 3,26	0,690	0,782	9,67	
13.	865	886	— 2,37	0,670	0,760	9,80	
14.	862	882	— 2,26	0,700	0,818	9,74	
15.	910	883	+ 3,05	0,682	0,802	9,54	
16.	860	883	— 2,60	0,673	0,813	9,53	

Tabelle 3.

Frau B. Klinische Diagnose: Ulcus ventriculi + Sanduhrmagen.
Alter: 46 Jahre. Größe: 1,64 m. Gewicht: Durchschnittlich 56,6 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des A.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	1062	891	+ 19,19	0,836	0,800	14,17	Die Patientin konnte nur schwer an die Methodik gewöhnt werden. Sie legte in den ersten Untersuchungstagen während der G.U.-Bestimmung eine deutliche Unruhe an den Tag
2.	1048	892	+ 17,48	0,753	0,765	11,49	
3.	1055	890	+ 14,04	0,828	0,850	10,20	
4.	970	890	+ 8,98	0,682	0,795	11,09	
5.	1028	891	+ 15,37	0,719	0,810	11,09	
6.	1077	892	+ 20,73	0,796	0,890	11,41	
7.	955	891	+ 7,18	0,790	0,875	10,21	
8.	1035	890	+ 16,29	0,732	0,722	10,18	
9.	1010	891	+ 13,35	0,730	0,760	9,69	
10.	962	891	+ 7,96	0,710	0,728	9,41	
11.	1003	891	+ 12,57	0,750	0,782	9,13	
12.	970	891	+ 8,86	0,705	0,760	9,11	
13.	980	891	+ 9,98	0,710	0,820	9,11	
14.	980	891	+ 9,98	0,703	0,800	9,12	
15.	982	890	+ 10,33	0,735	0,800	9,12	

Tabelle 4.

Herr H. Klinische Diagnose: Basedowoidismus.
Alter: 18 Jahre. Größe: 1,75 m. Gewicht: Durchschnittlich 71,9 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des A.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	1550	1269	+ 22,14	0,778	0,735	13,46	
2.	1485	1267	+ 17,20	0,800	0,762	12,45	
3.	1508	1270	+ 18,74	0,854	0,748	12,46	
4.	1500	1266	+ 18,48	0,830	0,755	11,62	
5.	1548	1268	+ 22,08	0,688	0,718	11,82	
6.	1860	1261	+ 47,50	0,680	0,690	12,05	Starke Unruhe während der G.U.-Bestimmung
7.	1580	1268	+ 24,60	0,779	0,752	12,34	
8.	1500	1267	+ 18,38	0,753	0,770	11,48	
9.	1490	1259	+ 18,34	0,775	0,755	12,18	Während des A.U. bes. Kraftaufwand
10.	1426	1259	+ 13,26	0,815	0,776	11,45	
11.	1440	1263	+ 14,01	0,745	0,690	11,44	
12.	1610	1262	+ 27,57	0,682	0,671	11,27	
13.	1495	1259	+ 18,74	0,740	0,820	10,41	
14.	1480	1259	+ 17,55	0,780	0,795	10,41	
15.	1490	1259	+ 18,34	0,800	0,770	10,42	

Tabelle 5.

Frau H. Klinische Diagnose: Asthma bronchiale.
Alter: 36 Jahre. Größe: 1,65 m. Gewicht: Durchschnittlich 56,1 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des A.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	1022	925	+ 10,48	0,845	0,918	12,22	
2.	1000	925	+ 8,10	0,840	0,823	12,16	
3.	1025	919	+ 11,53	0,860	0,865	11,41	
4.	995	919	+ 8,26	0,763	0,772	11,08	
5.	1026	919	+ 11,64	0,870	0,806	10,80	
6.	900	920	— 2,17	0,830	0,646	10,70	
7.	1062	922	+ 15,18	0,813	0,778	10,67	Starke Unruhe während der G.U. Bestimmung
8.	1000	920	+ 8,69	0,838	0,665	10,40	
9.	1048	921	+ 13,78	0,790	0,788	8,29	
10.	1040	921	+ 11,83	0,800	0,770	9,58	
11.	1035	921	+ 12,37	0,846	0,780	9,45	
12.	1040	921	+ 11,83	0,820	0,790	9,44	

Tabelle 6.

Frau S. Klinische Diagnose: Basedow.
Alter: $56^1/_2$ Jahr. Größe: 1,57 m. Gewicht: Durchschnittlich 53,8 kg.

Untersuchungstag	Grundumsatz			Arbeitsumsatz			Bemerkungen
	Gef. Wert in Cal.	Benedict-Cal.	Proz.-Steigerung gegenüber Benedict	R.Q. des G.U.	R.Q. des G.U.	Pro 1 mkg in Cal.	
1.	1212	832	+ 45,68	0,768	0,912	13,42	
2.	1176	831	+ 41,51	0,790	0,789	12,00	
3.	1192	831	+ 43,44	0,680	0,761	12,53	
4.	1150	829	+ 38,72	0,816	0,875	11,92	
5.	1189	831	+ 43,08	0,720	0,920	11,25	
6.	1180	830	+ 42,16	0,735	0,941	11,00	
7.	1189	830	+ 43,25	0,809	0,860	11,34	
8.	1228	829	+ 48,13	0,800	0,925	10,87	
9.	1166	830	+ 40,48	0,842	0,920	10,79	
10.	1172	829	+ 41,37	1,000	0,826	10,73	
11.	1218	829	+ 46,92	0,819	0,908	10,69	
12.	1140	829	+ 37,51	0,913	0,875	10,69	
13.	1198	831	+ 44,16	0,821	0,920	10,72	
14.	1205	831	+ 45,00	0,788	0,870	10,70	

Übersichts-Tabelle 7.

Name	Klinische Diagnose	Arbeitsumsatz pro mkg in Calorien	Proz.-Steigerung gegenüber der Kontrollperson
Frau P. . . .	Ulcus duodeni	9,53	4,61
Frau B. . . .	Ulcus ventriculi	9,12	0,10
Herr H. . . .	Basedowoid	10,42	14,37
Frau H. . . .	Asthma bronchiale	9,44	3,62
Frau S. . . .	Basedow	10,70	17,45

Besprechung der Ergebnisse.

Der G.U. hielt sich, wie aus den obigen Tabellen klar hervorgeht, beim Asthma bronchiale, beim Ulcus duodeni und ventriculi im Rahmen der normalen Schwankungsbreite (±15%). Die hohen Werte, die ich im Anfang bei Frau B. (Tab. 3) beobachtete, müssen auf die große Muskelunruhe infolge etwas langsamer Gewöhnung der Patientin an die Technik der Mundatmung zurückgeführt werden. Es fällt bei den G.U.-Werten auf, daß sie nicht konstant sind, sondern mehr oder minder großen Schwankungen unterworfen sind. Im Schrifttum gibt es neben Arbeiten, die auf Konstanz des G.U. bestehen (*Lusk* und *Dubois*[49], *Frank*[50], *Boothby*[51]), auch Veröffentlichungen, in denen die Frage der Konstanz bei ein und derselben Versuchsperson stark in Zweifel gesetzt wird. Ich erinnere nur an die Arbeiten von *Blunt* und *Dye*[52], *Loewy*, *Fr. Müller*, *Durig*[53]. Meiner Meinung darf an dem Satz der allgemeinen Konstanz des G.U. nicht gerüttelt werden; grobe Abweichungen dürften — bei Ausschluß jeglicher Muskelanspannung — nur durch unruhiges psychisches Verhalten des Untersuchten zu erklären sein. Ganz besonders muß ich darauf hinweisen, daß in der Norm bei manchen Versuchspersonen keine volle Übereinstimmung mit den Benedict-Harrisschen Tabellen zu erzielen ist. Diese Tatsache darf uns nicht weiter stören; denn aus eben diesem Grunde lassen die Forscher ja eine Schwankungsbreite von ±15% von sog. „Sollwert" zu. Überblicken wir die ermittelten G.U.-Werte des Basedowoiden, so läßt sich sagen, daß der G.U. erhöht ist. Wenn die G.U.-Steigerung auch nicht sehr hoch ist, so überschreiten die Zahlen doch ganz deutlich die obere Grenze der Norm. Viel ausgesprochener ist dagegen die G.U.-Erhöhung bei der Basedowpatientin. Hier beträgt die G.U.-Steigerung im Durchschnitt 42,82%. Ich komme mithin zu dem Schlusse, daß die G.U.-Werte der von mir untersuchten Patienten mit denen in der Literatur bekannten gut übereinstimmen, sich nicht widersprechen.

Nunmehr komme ich zur Besprechung des Einflusses der Arbeit auf den Gasstoffwechsel. Überblickt man in großen Zügen die obige tabellarische Übersicht meiner Untersuchungsergebnisse, so läßt sich

in aller Kürze folgendes sagen: Beim Ulcus ventriculi wurde genau der gleiche Arbeitsumsatz gefunden wie bei der Kontrollperson. Ulcus duodeni und Asthma bronchiale zeigten einen etwas erhöhten Arbeitsumsatz; jedoch ist aus diesen Zahlen herauszulesen, daß es sich nur um minimale Unterschiede handelt, die nicht weit von der Schwankungsbreite des Normalfalles entfernt sind. Gesteigert waren die Werte des Energieverbrauches bei dem Basedowoiden und der Basedowpatientin (10,42 bzw. 10,72 cal. pro 1 mkg äußerer Arbeit gegenüber 9,11 cal. in der Norm). Betrachten wir im einzelnen die Resultate, so ist bei allen Patienten der große Einfluß der Übung unverkennbar. Während alle Anfangswerte Höchstwerte darstellen, liegen die letzten, richtigen Werte viel niedriger um einen schärfer fixierten Punkt herum. Bei der Asthmapatientin ist besonders der 9. Untersuchungstag hervorzuheben, bei dem die Kranke einen auffallend niedrigen Arbeitsumsatz von 8,29 Calorien pro Meterkilogramm aufwies. An diesem Tage wurde die Arbeit von der Patientin im präasthmatischen Zustande ausgeführt. Zwei Stunden nach der Beendigung des Arbeitsversuches erlitt die Kranke zu Hause einen schweren Asthmaanfall, von dem sie sich erst nach mehreren Tagen wieder erholte. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß der auffallend niedrige Arbeitsmehrverbrauch an diesem Tage zu diesem Asthmaanfall in Beziehung gesetzt werden muß; denn die folgenden, im anfallsfreien Zustande ausgeführten Arbeitsversuche ergaben wieder beträchtlich höhere Arbeitsumsatzwerte*. Über die wesentliche Ursächlichkeit des niedrigen Arbeitsmehrverbrauches während des Anfalles bzw. im präasthmatischen Zustande lassen sich vorläufig noch keine befriedigenden Erklärungsversuche geben. Im übrigen bin ich der Auffassung, daß die Arbeitsumsatzwerte dieser Patientin sich noch mehr denen der Kontrollperson genähert hätten. Leider entzog sich die Kranke weiteren Untersuchungen. Trotzdem ist jedoch ein nahezu vollständiger Übungszustand erreicht worden. Nach diesen Beobachtungen hätten demnach Asthmatiker während des Anfalles bzw. im präasthmatischen Zustande einen deutlich erniedrigten Arbeitsumsatz, im anfallsfreien Zustande dagegen einen normalen Arbeitsmehrverbrauch. An dem Basedowoiden konnte ich in schöner Weise den Einfluß der Kraftanstrengung auf den Gaswechsel verfolgen. Am 9. Untersuchungstage ließ ich den Patienten das übliche Arbeitspensum mit besonderem Kraftaufwand ausführen. Das Ergebnis war eine Steigerung des Arbeitsumsatzes um 0,70 Calorien pro Meterkilogramm gegenüber den Werten vom Vortage. Als Endresultat ergab sich bei diesem Kranken ein Arbeitsmehrverbrauch von 10,42 Calorien pro Meterkilogramm gegenüber dem Normalwert von 9,11 Calorien, also

* Vgl. *Herbst* (Dtsch. Arch. klin. Med. **162**, 129), der in seiner schönen Arbeit die gleichen Resultate erzielte.

ein Mehrverbrauch von 1,31 Calorien. An Hand meiner Untersuchungen über die Basedowpatientin kann ich die Ergebnisse früherer Autoren bestätigen. Allerdings ist bei meinem Falle der A.U. (+17,45%) nicht so gesteigert wie der G.U. (+42,82%), es besteht vielmehr eine erhebliche Diskrepanz. Danach möchte ich die Frage offen lassen, ob jeder Basedowiker in hohem Maße wie eine unökonomische Muskelmaschine arbeitet, die mehr Feuerung verschlingt, als ihrer Leistung entspricht. Gegenüber der Normalperson verbrauchte meine Versuchsperson zur Bewältigung der gleichen Muskelarbeit ein Plus von 1,59 Calorien pro Meterkilogramm äußerer Arbeit. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß ein schwerer Basedowiker noch viel mehr Calorien verbraucht. Die Patientin, welche ich untersuchte, stellte einen mittleren Basedowfall dar; sie stand bereits seit Jahren mit positivem Erfolge in ärztlicher Behandlung, so daß hieraus die scheinbare geringe Steigerung des Arbeitsumsatzes sich erklären ließe. Welches ist nun die Ursache der unökonomischen Arbeitsweise des basedowischen und basedowoiden Organismus? Die beste Erklärung ist wohl die, daß bei den Trägern dieser Erkrankungen nur ein relativ kleiner Teil der während der Arbeitsleistung entstehenden Milchsäure in Glykogen zurückverwandelt wird, daß vielmehr der größte Teil der Milchsäure verbrannt wird. Für diesen Verbrennungsprozeß ist naturgemäß eine relativ große Sauerstoffzufuhr erforderlich. Die Frage, wodurch die unzweckmäßige Arbeitsweise des Basedowikers und des Basedowoiden eigentlich bedingt wird, ist noch nicht gelöst. Es liegt durchaus im Bereiche der Möglichkeiten, zumal entsprechende Tierexperimente von *Curtis*[28] vorliegen, an eine Überschüttung des Kreislaufes mit Schilddrüseninkret zu denken. Und wenn *Eppinger*[9] und in letzter Zeit *H. Zondek*[54] die Auffassung vertreten, daß die Gewebe einen abnorm gesteigerten Sauerstoffbedarf aufweisen sollen, so ist diese Erklärung durch eine primäre Abartung des Zellprotoplasmas im Sinne einer lebhaft gesteigerten Tätigkeit der Zellen *theoretisch* wohl möglich, dürfte meiner Meinung nach im Einzelfalle aber sehr schwer zu beweisen sein. Nach dem vorläufigen Stande unseres Wissens muß ich vielmehr noch diese Frage offen lassen. Eine Klärung dieses hochinteressanten Problems kann nur von weiteren Forschungen erwartet werden.

Zum Schlusse noch einige Bemerkungen über den Respirationskoeffizienten (R.Q.). Der R.Q. des Arbeitsumsatzes war bei der gesunden Kontrollperson stets herabgesetzt. Beim Ulcus ventriculi und Ulcus duodeni beobachtete ich während der Arbeitsperiode ein Ansteigen des R.Q. (im Mittel durchschnittlich um +0,047 bzw. +0,016). Bei der Asthmapatientin war im Anfange ein Ansteigen des R.Q. während der Arbeitsleistung deutlich erkennbar, später erfolgte jedoch

ein Absinken des R.Q. Der Basedowoide zeigte während der Muskelarbeit durchweg herabgesetzte R.Q.-Werte. Beim Basedow fällt dagegen, wie aus Tab. 6 ersichtlich ist, sofort der Anstieg der Werte für den R.Q. während der Arbeitsperiode auf. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich also die Ergebnisse von *Bernhardt* und *Schlesener*[32] über den Anstieg des R.Q. während einer Arbeitsleistung, soweit sie die Basedowfälle betreffen, bestätigen. Wie diese Steigerung des R.Q. beim Basedow und, wie meine Beobachtungen zeigen, beim Ulcus ventriculi und -duodeni zu erklären sind, wissen wir vorläufig noch nicht. Zu denken ist vielleicht beim Basedow in allererster Linie an die erhöhte Labilität des Kohlehydratstoffwechsels. Möglich wäre auch die Annahme einer Acidose oder eines lokalen Sauerstoffmangels, wie besonders *A. Loewy*[55] betont hat.

Zusammenfassung.

Es wurden an einer gesunden Kontrollperson, vier „vegetativ Stigmatisierten“ und an einem Basedowoiden in 85 Einzeluntersuchungen der Einfluß des Arbeitsumsatzes auf den G.U. geprüft. Als Arbeit wurde das Fahren auf dem Kroghschen Fahrradergometer gewählt. In Übereinstimmung mit älteren Erfahrungen zeigte sich beim Asthma, Ulcus ventriculi und -duodeni ein normaler, beim Basedow und Basedowoidismus ein erhöhter G.U. (im Mittel +42,82% bzw. +20,41%). Der Arbeitsmehrverbrauch hielt sich beim Asthma, Ulcus ventriculi und -duodeni im Rahmen des Normalen, beim Basedow und Basedowoidismus war der Arbeitsumsatz gegenüber der Norm gesteigert (+17,45% bzw. +14,37%). Während der Arbeitsperiode konnte ein deutliches Ansteigen des R.Q. gegenüber dem R.Q. des Grundumsatzes beim Basedow, Ulcus ventriculi und Ulcus duodeni einwandfrei festgestellt werden. Die mit unserer Versuchsanordnung erhaltenen Resultate stimmen, soweit ein Vergleich überhaupt möglich ist, im Prinzip mit den bisher bekannten gut überein*. Wenn ich mir auch der Tatsache vollkommen bewußt bin, daß das untersuchte Krankenmaterial noch zu gering ist, um daraus allgemein gültige Schlüsse zu ziehen, so hoffe ich doch, durch meine Untersuchungen zu den Deutungen und Meinungen, die über dieses Problem kursieren, einen bescheidenen Beitrag an tatsächlichen Feststellungen geliefert zu haben.

Herrn Geh. Rat *Goldscheider* möchte ich auch an dieser Stelle für die freundliche Überlassung der Patienten meinen verbindlichsten

---

* *Anmerkung bei der Korrektur:* Allerdings fand *Lange* bei 10 Basedowoiden einen normalen Arbeitsumsatz.

Dank aussprechen. Ganz besonderen Dank bin ich weiter Herrn Professor *Atzler* schuldig, der mir liebenswürdigerweise gestattete, in seinem Institut den technischen Teil der Arbeit auszuführen. Mancherlei Anregungen verdanke ich Herrn Privatdozent Dr. med. *Herzfeld*, Dr. med. *Kommerell* sowie Dr. med. *Frieder*, wofür ich den genannten Herren von ganzem Herzen danken möchte. Herrn Stabsarzt Dr. med. *Wenzig* bin ich für die freundliche Überweisung der gesunden Kontrollperson ebenfalls zu Dank verpflichtet.

Diese Arbeit wurde am 31. V. 1928 abgeschlossen.

Literatur.

[1] *Magnus-Levy*, Berl. klin. Wschr. **1895**, Nr 30 — Z. klin. Med. **33**, 269 (1897). — [2] *Rubner*, Die Gesetze des Energieverbrauches bei der Ernährung. Deutike 1902. — [3] *Lavoisier*, Oeuvre Paris **2** (1862). — [4] a) *Atzler*, *Herbst* und *Lehmann*, Biochem. Z. **143** (1923) — b) *Full*, *F.*, und *G. Lehmann*, Pflügers Arch. **201** (1923) — c) *Atzler*, *Herbst*, *Lehmann* und *Müller*, Pflügers Arch. **208** (1925) — d) *Atzler* und *Herbst*, Pflügers Arch. **215** (1927) — e) *Lehmann*, *G.*, Pflügers Arch. **215** (1927) — f) *Herbst* und *Nebuloni*, Z. exper. Med. **57** (1927). — [5] *Jaquet* und *Svenson*, Z. klin. Med. **41** (1900). — [6] *Reach*, Salkowski-Festschrift. Berlin 1904. — [7] *Maas*, *O.*, und *H. Zondek*, Z. Neur. **1920**, Nr 59. — [8] *Gessler*, *H.*, Dtsch. Arch. klin. Med. **157**. — [9] *Eppinger*, *Kisch* und *Schwarz*, Das Versagen des Kreislaufs. Dynamische und energetische Ursachen. Berlin 1927. — [10] *Grafe*, *G.*, Verh. Ges. Verdgskrkh. **1926**, 56/71 u. 106/123. — [11] *Grafe* und *Salomon*, Dtsch. Arch. klin. Med. **199** (1922). — [12] *Benedict* und *Cathcart*, Muscular work. Publ. Carneg.-Inst. **187** (1913). — [13] *Lauter*, *S.*, Dtsch. Arch. klin. Med. **150** (1926). — [14] *Grafe*, Erg. Physiol. **21**, Nr 2, 1 (1923). — [15] *Biedl*, *A.*, Verh. Ges. Verdgskrkh. **1926**, 45. — [16] *Eppinger* und *Hess*, Die Vagotonie. Hirschwald 1910 — Z. klin. Med. **67** u. **68**. — [17] *v. Bergmann*, *G.*, Handbuch der innern Medizin. **5**, II (1925). Hier auch ausführliche Literatur. — [18] *Kraus*, *Fr.*, a) Dtsch. med. Wschr. **1920**, Nr 8 — b) Med. Klin. **1922**, Nr 48 — c) Allgemeine und spezielle Pathologie der Person. **1**. Leipzig 1919; **2**. Leipzig 1926 — d) *Kraus*, *F.*, und *S. G. Zondek*, Klin. Wschr. **1922**, Nr 20 u. 36 — e) *Kraus*, *F.*, *E. Wollheim* und *S. G. Zondek*, Klin. Wschr. **1924**, Nr 17. — [19] *Zondek*, *S. G.*, a) Arch. f. exper. Path. **87** (1920) — b) Biochem. Z. **121** (1921) — c) Dtsch. med. Wschr. **1921**, Nr 50 — d) Biochem. Z. **1922**, 1932 — e) Klin. Wschr. **1925**, Nr 17 u. 19. — [20] *Dresel*, a) Klin. Wschr. **1924**, Nr 8 — b) Vegetatives Nervensystem. In Kraus-Brugschs Handbuch. — c) *Dresel* und *Wollheim*, Pflügers Arch. **205** (1924) — d) *Dresel* und *Sternheimer*, Klin. Wschr. **1925**, Nr 7. — [21] *Wollheim*, Biochem. Z. **151** (1924). — [22] *Boothby*, *Walter M.*, und *Irene Sandiford*, J. amer. med. Assoc. **81**, Nr 10 (1923). — [23] *Haussleiter*, Z. exper. Path. u. Ther. **17** (1915). — [24] *Gessler* und *Markert*, Z. Biol. **86** (1927). — [25] *Plummer* und *Boothby*, Amer. J. Physiol. **63**, Nr 3 (1923). — [26] *Eppinger*, Verh. Ges. Verdgskrkh. **1926**, 108. — [27] *Curtis*, Biochem. Z. **164** (1925). — [28] *Curtis*, Biochem. Z. **167** (1926). — [29] *Glose*, Z. klin. Med. **102**, H. 1. — [30] *Grund*, Münch. med. Wschr. **1923**, 1101. — [31] *Kisch*, *F.*, Klin. Wschr. **5**, Nr 16 (1926). — [32] *Bernhardt* und *Schlesener*, Z. klin. Med. **107**, H. 1/2 (1928). — [33] *Speck*, Physiologie des menschlichen Atmens. Leipzig 1892. S. 153. — [34] *Winternitz*, Über die Wirkung verschiedener Bäder, insbesonders auf den Gaswechsel. Habilitationsschrift. Naumburg a. S. — [35] *Benedict*, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Herausgegeben von Abderhalden. Abt. IV, Teil 10, S. 477. —

[36] *Douglas, C. I.*, J. of Physiol. **42** — Proc. physiol. Soc. **1911**. — [37] *Krogh, A.*, Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) **30**, 375 (1913). — [38] *Benedict, S.*, und *Cady*, Carnegie Inst. Wash. Bibl. **1912**, Nr 167; **1913**, Nr 187 — *Cady* und *Benedict*, Phys. Z. **13**, 920 (1912). — [39] *Lehmann, G.*, Oppenheimers Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere. **6**, 605 (1926). — [40] *Loewy, A.*, Pflügers Arch. **49**. — [41] *Kraus, Fr.*, Die Ermüdung als Maß der Konstitution. Kassel 1897. — [42] *Durig, A.*, Die Ermüdung. — [43] *Herbst, R.*, und *A. Nebuloni*, Z. exper. Med. **57** (1927). — [44] *Haldane*, J. of Physiol. **13**, 419 (1892). — [45] *Atzler*, Handbuch der Arbeitsphysiologie. **1927**. — [46] *Klein, W.*, und *M. Steuber*, Die gasanalytische Methodik des dynamischen Stoffwechsels. **1925**. — [47] *Kommerell, B.*, Z. exper. Med. **56** (1927). — [48] *Benedict* und *Harris*, Carnegie Inst. of Wh. **1919**. — [49] *Lusk* und *Dubois*, J. of Physiol. **1924**. — [50] *Frank*, Klin. Wschr. **1926**, Nr 19. — [51] *Boothby*, Endokrinol. **5** (1921). — [52] *Blunt* und *Dye*, J. of biol. Chem. **1921**. — [53] Zit. nach *Lauter*, Dtsch. Arch. klin. Med. **150** (1926). [54] *Zondek, H.*, Med. Klin. **24**, Nr 18 (1928). — [55] *Loewy, A.*, Arch. ges. Physiol. d. Menschen u. Tiere **49**.

Lebenslauf.

Am 6. November 1904 wurde ich als Sohn des Schneidermeisters Stephan Thaddea zu Exin geboren. In Berlin besuchte ich zunächst die Volksschule, darauf von Ostern 1915 bis Ostern 1924 das Staatliche Friedrich-Wilhelms-Gymnasium. Am 8. März 1924 bestand ich an dieser Anstalt die Reifeprüfung. Vom Sommersemester 1924 ab studierte ich an der Berliner Universität Medizin. Im Jahre 1926 bestand ich in Berlin die ärztliche Vorprüfung und im Jahre 1929 die ärztliche Prüfung. Im Jahre 1928 wurde ich Preisträger der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Vorliegende Dissertation stellt die von der Medizinischen Fakultät preisgekrönte Arbeit dar.